

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-355351

(43)Date of publication of application : 16.12.2004

(51)Int.Cl.

G06F 1/16

G06F 1/18

G06F 15/16

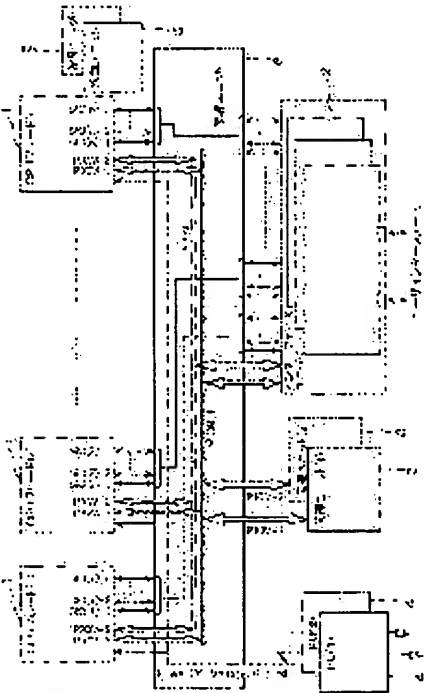
(21)Application number : 2003-152593

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 29.05.2003

(72)Inventor : YABUTA KEIZO
IZUKI SHUICHI
ABE KAZUHIISA
HIGUCHI MASAOKI

(54) SERVER DEVICE



(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a constitution of a server device (blade server) and its mounting technique that solve the technical problem of a conventional one.

SOLUTION: A serial interface is used in the connection of a plurality of server blades to a network interface to set the number of server blades in accordance with the performance of the blades. A plurality of server blades are bundled to expand a band. A structure where the server blades are connected back-to-back with the network interface is employed. This enables the network interface to be expanded as a shared part in accordance with the expansion of the performance of the blades, providing a blade server excellent in expandability and compatibility. Protocol processes are also carried out by the interface. This solves following problems: (1) since the plurality of mounted blades cannot be differentiated in terms of performance due to the compact, high-density packaged structure of the blade server and hence little optional space for users, they are used with applications of the same levels; (2) system expandability and compatibility are insufficient because of a dedicated casing and a dedicated common part; and (3) on a functional level, the processing capability of a CPU could be compressed because of the protocol process of the network.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

04.08.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-355351

(P2004-355351A)

(43) 公開日 平成16年12月16日(2004.12.16)

(51) Int.Cl.⁷

G06F 1/16
G06F 1/18
G06F 15/16

F I

G06F 1/00 3 1 2 M
G06F 15/16 6 4 0 Z
G06F 1/00 3 1 2 B
G06F 1/00 3 2 0 E

テーマコード (参考)

5 B 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2003-152593 (P2003-152593)
(22) 出願日 平成15年5月29日 (2003. 5. 29)

(71) 出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(74) 代理人 100068504
弁理士 小川 勝男
(74) 代理人 100086656
弁理士 田中 恭助
(74) 代理人 100094352
弁理士 佐々木 孝
(72) 発明者 薮田 恵三
神奈川県横浜市戸塚区戸塚町2 1 6番地
株式会社日立コミュニケーションテクノロ
ジーキャリアネットワーク事業部内

最終頁に続く

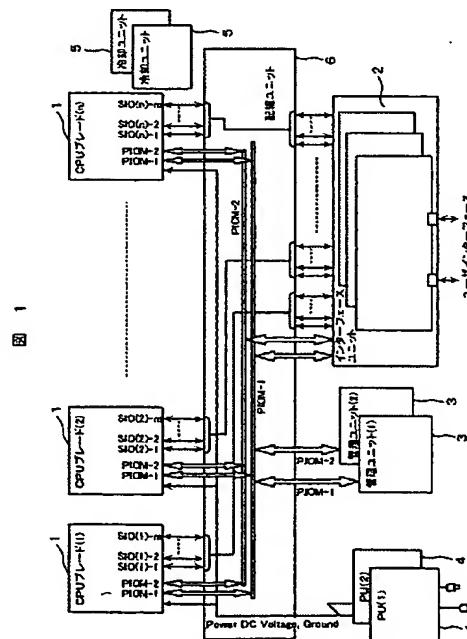
(54) 【発明の名称】 サーバ装置

(57) 【要約】

【課題】 ブレードサーバは高密度実装のコンパクトな構造であるため、ユーザのオプションスペースが少ない。このため搭載される複数のブレードの性能を差別化できないため、同レベルのアプリケーションで使用される。また、専用筐体、専用共通部であるため、システム拡張性、互換性に欠ける。また、機能面ではネットワークのプロトコル処理のために、CPUの処理能力を圧迫する場合がある。

【解決手段】 複数のサーバブレードとネットワークインタフェースの接続をシリアルインタフェースとして、サーバブレードの性能に応じた、数を持つようにする。また、複数束ねて、帯域を拡張できるものとし、ネットワークインタフェースとバックトゥバックで接続する構造とする。これにより、ブレードの性能拡張に応じて、共有部としてのネットワークインタフェースを増設拡張でき、拡張性、互換性に優れたブレードサーバが構築できる。プロトコル処理もインタフェース部で行う。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

各々サーバとして機能する複数のサーバ部と、該複数のサーバ部が共有する電源、ネットワークインターフェース、及び制御監視機能とが共通の筐体内に収納されたサーバ装置であって、

前記共有部のネットワークインターフェースとして、前記複数のサーバ部の性能、機能に対応した複数のネットワークインターフェースが前記筐体内に搭載可能に構成され、前記複数のサーバ部の性能、機能に対応した複数のインターフェース信号を持つことのできるシリアルインターフェースを備えているサーバ装置。

【請求項 2】

請求項 1 のサーバ装置であって、配線ユニットを挟んで前記筐体の前面側から縦方向に、前記複数のサーバ部を実装可能に構成し、前記筐体の背面側から横方向に、前記電源、ネットワークインターフェース、及び制御監視機能を実装可能に構成し、

前記共有部である電源、制御監視機能と、前記複数のサーバ部の配線とを、コネクタで直接接続する構成とし、

前記複数のサーバ部に対する共有部である前記電源、前記ネットワークインターフェース、及び前記制御監視機能の間の配線を、プリント基板による共通バス配線とし、前記ネットワークインターフェースと、前記複数のサーバ部のインターフェース信号とを、コネクタで直接接続する構成を有するサーバ装置。

【請求項 3】

請求項 2 のサーバ装置であって、背面側に設置されるプリント基板を配線領域の下側と両側のみとし、中央部を背面側と前面側の空気が吹き抜け可能な構造としたサーバ装置。

【請求項 4】

請求項 1 のサーバ装置であって、前記複数のサーバ部のネットワークに関するプロトコル処理を、前記ネットワークインターフェースで行うように構成したサーバ装置。

【請求項 5】

請求項 1 のサーバ装置であって、前記筐体内に搭載された前記ネットワークインターフェースは、前記複数のサーバ部のシリアルインターフェース数の増加に応じて、増設可能に構成されているサーバ装置。

【請求項 6】

請求項 1 のサーバ装置であって、前記サーバ部が保有するシリアルインターフェースの複数の束を束ねて 1 つのインターフェースとして使用することによりインターフェース帯域を拡大したシリアルインターフェースを有し、

前記ネットワークインターフェースとして、前記複数のシリアルインターフェースを束ねた数に対応したインターフェースを有するサーバ装置。

【請求項 7】

各々サーバとして機能する複数のサーバ部と、該複数のサーバ部が共有する電源、ネットワークインターフェース、及び制御監視機能とが共通の筐体内に収納され、シリアルインターフェースを有するサーバ装置であって、

前記複数のサーバ部として、機能または性能の異なるサーバ部を前記筐体内に搭載可能であり、

前記複数のサーバ部の機能性能に応じて前記シリアルインターフェースの数を増減可能な構成とし、

前記シリアルインターフェースに対応した複数のネットワークインターフェースを前記筐体内に搭載可能に構成したサーバ装置。

【請求項 8】

請求項 7 のサーバ装置であって、保有するシリアルインターフェース数が異なり、サイズの異なる前記サーバ部を、サイズを補間する手段により前記筐体内に搭載可能としたサーバ装置。

【請求項 9】

請求項 7 のサーバ装置であって、配線ユニットを挟んで前記筐体の前面側から縦方向に、前記複数のサーバ部を実装可能に構成し、
前記筐体の背面側から横方向に、前記電源、ネットワークインターフェース、及び制御監視機能を実装可能に構成し、
前記共有部である電源、制御監視機能と、前記複数のサーバ部の配線とを、コネクタで直接接続する構成とし、
前記複数のサーバ部に対する共有部である前記電源、前記ネットワークインターフェース、及び前記制御監視機能の間の配線を、プリント基板による共通バス配線とし、
前記ネットワークインターフェースと、前記複数のサーバ部のインターフェース信号とを、コネクタで直接接続する構成を有するサーバ装置。 10

【請求項 10】

請求項 9 のサーバ装置であって、背面側に設置されるプリント基板を配線領域の下側と両側のみとし、中央部を背面側と前面側の空気が吹き抜け可能な構造としたサーバ装置。

【請求項 11】

請求項 9 のサーバ装置であって、保有するシリアルインターフェースの数が異なるサーバ部が、前記筐体内に同時に収容可能に構成されているサーバ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明はサーバ装置に係わり、特に複数のサーバを共通の筐体内に高密度に搭載したブレードサーバに関する。 20

【0002】

【従来の技術】

近年、急速なインターネットの普及により、インターネットが様々なビジネスに急速に適用拡大している。このため、インターネット環境を構成するサーバシステムも、形態を変革させ、それらの拡大成長を支えている。その変革の1つとして、サーバの高密度実装化が進んでいる中、登場したのがブレードサーバである。ブレードサーバの“ブレード”とは、刃身と言う意味で、サーバとしての機能するためのハードウェア、ソフトウェアを備えた1枚の細長い刃身状の回路基板のことである。このブレードを複数枚、1つの筐体内に実装して、高密度実装を実現している。 30

【0003】

ブレードサーバは、基本的に次のような構成をしている。サーバとしての機能を果たすために、CPUを搭載して、ユーザのアプリケーションに応じて様々な情報処理を行うブレードと、これをインターネット、LAN等と接続するインターフェースを提供する機能部、ブレードサーバ内の動作の監視、制御、設定を行う機能部、機器を冷却する機構部とこれらに必要な電源を供給する電源部より構成され筐体内に実装される。筐体は、従来のサーバ製品と同様に通常多くは19インチ幅の標準ラックに搭載され、高さは44.5mmを単位Uとして、機能性能に応じた整数倍の高さで製品化されている。 40

【0004】

前記のCPUを搭載したブレードは、筐体の冷却性能、実装密度に応じた数を搭載可能で、ユーザの必要数分を搭載可能数内で実装する。この複数枚ブレードは個別または、作業を分散して動作する。また、このブレードに搭載されるCPU、HDD、メモリ等のデバイスは、設計上、必要とする性能、信頼性に応じて選択され、一般的に高性能になるに従い、ブレードのサイズが大きくなる。このため、筐体もこのブレードのサイズに合わせた高さとなっている。 40

【0005】

前記インターフェースを提供する機能部は、複数枚搭載されたCPUを搭載したブレードとそれぞれ接続され、インターネット、LAN等の外部環境との間を接続する。インターフェースを提供する機能部とCPUを搭載したブレード間の配線はプリント基板等により 50

筐体内部で配線済みである。この内部インターフェースには、TCP/IP、イーサネット（登録商標）が用いられることが多く、CPUを搭載したブレード側でこれを終端する機能を有している。またCPUを搭載するブレード毎に2つ以上この内部インターフェースを持ち、冗長化構成あるいは、分離したネットワークに同時に複数接続する構成を可能にする。インターネット、LAN等との物理インターフェースは、スイッチにより通信信号を集約分配させて、CPUを搭載したブレード数より少なくしサーバの接続ケーブル数を削減している。これにより、ユーザはサーバ毎に個別に接続していたネットワークケーブルの配線作業を省略化できる。インターネット、LAN等との物理インターフェースはイーサネットが使用されることが多い。

【0006】

10

ブレードサーバでは、サーバ機能を果たすブレードを複数と、共通部として前記インターフェースを提供する機能部、ブレードサーバ内の動作の監視、制御、設定を行う機能部、機器を冷却する機構部とこれらに必要な電源を供給する電源部で構成されるため、共通部が故障すると、一度に複数のサーバが動作停止に陥る危険を持つ。これを防ぐため、筐体内に共通部はそれぞれ2つ以上で搭載できるようになっているのが普通である。

【0007】

ブレードサーバ内の各部位は、上記に述べたように、CPUを搭載するブレードが複数実装されそれぞれが独立して機能し、共通部も独立して動作あるいは冗長化構成をとることから、運用中にそれぞれの部位が個別に保守されることが前提となっている。保守は、筐体前面からと背面からの両面保守となり、それにともない、CPUを搭載するブレードと、共通部が前面と背面に分かれて実装されることが多い。したがって、CPUを搭載するブレードと共通部間の配線は、前面機能部と背面機能部を分ける筐体中央部でなされることになる。

20

【0008】

以上のような構成を持つ製品は各社で生産されており、雑誌等で紹介されている。このような例としては、非特許文献1や非特許文献2に記載されたものがある。また、このような技術が、特許文献1、特許文献2に開示されている。

【0009】

【非特許文献1】

IDG Japan 月刊ネットワークワールド2003 6月号 p139-148
テストセンターレポート Vol. 7 「ブレードサーバー」

30

【非特許文献2】

日経BP社 日経コミュニケーション 03年03月03日号 p62 「ブレード・サーバーは企業で使える？ 内蔵スイッチでVLAN構成、管理や性能アップに利点」

【特許文献1】

特開2002-057419号公報

【特許文献2】

特開平11-312854号公報

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

40

上記で述べたように、ブレードサーバは高密度実装により、省スペースを実現するものであるが、以下の点において問題がある。

【0011】

サーバ機能は多様で、その用途に応じて機器に必要とされる性能、機能は異なる。従ってユーザは用途に応じたサーバ機器とオプション製品を購入して、必要な構成を構築する。当然、性能の高いもの、機能の多様な機器で構成するとコストが高くなるため、それぞれの用途に適した構成をとらなければならない。上記のようなブレードサーバにおいても、各CPUを搭載したブレードにはメモリやディスク等のオプション機器を揃えたり、共通部にも搭載数や性能機能にメニューを描えるようにしている。

【0012】

50

しかし、もともと、ブレードサーバの成り立ちが、高密度実装、省スペースを目指した機器であることから、ユーザのオプションなスペースが限られたコンパクトな設計となっている。このため、多数のブレードが筐体内に収容できたとしても、各ブレードの性能には大きな差異がつけ難いため、同レベルの性能のサーバが多数必要とされる用途においてしか、ブレードサーバの利点が発揮できないことになる。たとえば、サーバシステムでは、Webサーバなどの比較的低い性能で対応できるフロントエンドサーバ、高性能が要求されるアプリケーションサーバ等のミッドティアサーバ、データベースサーバ等のバックエンドサーバと、用途に応じて階層化して分類されるが、ブレードサーバ内の複数のブレードは、別階層の用途で、使いにくいということになる。

【0013】

10

共通部のネットワーク機能についても、用途に応じて必要なインターフェース帯域、インターフェース数が異なるが、ブレード、インターフェース部間のインターフェース帯域や、インターフェース数が追加や削減が難しいことから、用途に応じた対応がやりにくい。例えば、比較的大きな帯域を必要とするネットワークストレージインタフェースを、インターネット、LANインターフェースでは必要とする帯域やインターフェース数は異なる。

【0014】

以上のように、従来のブレードサーバは、ブレードの様々なアプリケーションに対する対応性において問題がある。

【0015】

20

今日、技術の進歩は早く、次々に新しいデバイスが出てきて、サーバ技術、ネットワーク技術が変化しているが、ユーザはこれらの新しい技術をもった機器を取り入れると同時に、今まで使っていた機器の有効活用をする必要がある。このため、旧機種も新機種に混在させても、使えるアップグレード性は新機種の大切な要素である。しかし、前記述べた構成のブレードサーバにおいては、ブレードがそれに対応した専用筐体と専用共通部に収容されて機能することから、筐体、共通部の性能アップし変更した新機種で使えないことになる。多数のブレードを収容するブレードサーバにとっては、これは新機種導入に対して大きな障害となるという問題がある。

【0016】

ブレードサーバの場合、高密度実装を実現するために、ブレード内に大容量のディスクやRAIDが構成しにくいいため、ネットワークストレージの活用に向いている。前記で述べたブレードサーバのCPUを搭載したブレードは、TCP/IP等のレイヤ3以上のプロトコル処理、イーサネットインターフェースを終端している。TCP/IPのネットワークのプロトコル処理はCPUで行うが、ネットワークストレージ等のネットワーク処理の負荷が大きいアプリケーションを用いた場合、CPUの処理能力を圧迫するという問題がある。

30

【0017】

ブレードサーバは前述したように、高密度実装をしているため、機器の冷却は重要なポイントである。冷却方法は空冷で行われることが多いが、この場合、FANの風が筐体内をできるだけ障害無く流れることが望ましい。しかし、前述したように、ブレードサーバは、前面と背面側にCPUを搭載したブレード、共通部を実装して中央部にブレードと共通部を接続するためにプリント基板を使用すると、これが風流を遮るという問題がある。

40

【0018】

本発明の目的は、上記従来技術の問題点を解消したサーバ装置（ブレードサーバ）の構成および実装技術を提供することにある。

【0019】

本発明の他の目的は、ブレード部の様々なアプリケーションに対する対応性に優れたサーバ装置の構成および実装技術を提供することにある。

【0020】

本発明の他の目的は、旧機種も新機種に混在させても、使えるアップグレード性に優れた

50

サーバ装置の構成および実装技術を提供することにある。

【0021】

本発明の他の目的は、ネットワークストレージ等のネットワーク処理の負荷が大きいアプリケーションにも対応が容易なサーバ装置の構成および実装技術を提供することにある。

【0022】

本発明の他の目的は、高密度実装された機器の冷却を十分に行える空冷式サーバ装置の構成および実装技術を提供することにある。

【0023】

【課題を解決するための手段】

上記各目的は、以下の手段を備える本発明のサーバ装置により達成される。

10

本発明のサーバ装置は、各々サーバとして機能する複数のサーバ部と、該複数のサーバ部が共有する電源、ネットワークインターフェース、及び制御監視機能とが共通の筐体内に収納されたサーバ装置であって、前記共有部のネットワークインターフェースとして、前記複数のサーバ部の性能、機能に対応した複数のネットワークインターフェースが前記筐体内に搭載可能に構成され、前記複数のサーバ部の性能、機能に対応した複数のインターフェース信号を持つことのできるシリアルインターフェースを備えている。

【0024】

サーバ装置のサーバ部は、例えば、サーバとして機能するためのCPUを搭載したブレードにより構成される。このサーバ部は、複数のシリアルインターフェースを持ち、性能機能に対応してその数を増やすことができる。

20

【0025】

また、このサーバ部は、保有するシリアルインターフェースの複数の数を束ねて1つのインターフェースとして使用することにより、インターフェース帯域を拡大することができる手段を有する。このシリアルインターフェース線は、共通部のインターネット、LAN等のネットワークと接続インターフェースを持つ機能部とコネクタによりBack to Backで接続配線することができる。

【0026】

複数のサーバ部に対する共通部としてのネットワークインターフェースは、ネットワークと接続インターフェースを持つ機能部である。このネットワークインターフェースは、CPUを搭載したブレードのシリアルインターフェースの数に対応するために、実装数を筐体内に増設することができる。あるいは、接続するシリアルインターフェースの数を増やした構成をとることができる。

30

【0027】

共通部としての制御監視機能が、複数のサーバ部及びインターフェースユニットの実装状態、動作状態、及び障害の有無を監視することができる。

【0028】

CPUを搭載するブレードではネットワークのプロトコル処理を行わず、このプロトコル処理をネットワークインターフェースで行なうことができる。

【0029】

共通部の電源と、ブレードサーバ内の各部の動作の監視、制御あるいは設定を行う機能部、及び、ネットワークと接続インターフェースを持つ機能部間の配線は、共通バス配線として、プリント基板で行うことができる。

40

【0030】

シリアルインターフェースの数が多くサイズの大きいブレードを収容する筐体に、シリアルインターフェースの数が少なくサイズの小さい、CPUを搭載するブレードを実装する場合には、サイズの調整をするためにマウントキットを用いることができる。

【0031】

共通部の電源、ブレードサーバ内の各部の動作の監視、制御、あるいは設定を行う機能部とCPUを搭載するブレード間の配線は、コネクタによりBack to Backで接続配線することができる。

50

【0032】

共通部とCPUを搭載するブレード間の配線をする接続コネクタは、格子状として、筐体の前面背面間を透過する空間を設けることができる。

【0033】

本発明の他の特徴によれば、サーバ装置は、各々サーバとして機能する複数のサーバ部と、該複数のサーバ部が共有する電源、ネットワークインターフェース、及び制御監視機能とが共通の筐体内に収納され、シリアルインターフェースを有するサーバ装置であって、前記複数のサーバ部として、機能または性能の異なるサーバ部を前記筐体内に搭載可能であり、前記複数のサーバ部の機能性能に応じて前記シリアルインターフェースの数を増減可能な構成とし、前記シリアルインターフェースに対応した複数のネットワークインターフェースを前記筐体内に搭載可能に構成されている。

【0034】

複数のサーバ部は、配線ユニットを挟んで筐体の前面側から縦方向に実装可能に構成し、筐体の背面側から横方向に、電源、ネットワークインターフェース、及び制御監視機能を実装可能に構成し、筐体側面側に冷却ユニットを配置しても良い。

【0035】

これにより、旧機種を新機種に混在させても使えるアップグレード性に優れたサーバ装置の構成および実装技術を提供することができる。また、高密度実装された機器の冷却を十分に行える空冷式サーバ装置の構成および実装技術を提供することができる。

【0036】

【発明の実施の形態】

以下、本発明のサーバ装置の実施形態を、図面を用いて説明する。

図1は、本発明の一実施形態によるサーバ装置すなわちブレードサーバの機能構成を説明する機能ブロック図である。

【0037】

図1に示すように、ブレードサーバは、各々サーバとして機能する複数のサーバ部すなわち複数のCPUブレード1と、これら複数のCPUブレードに対する共有部としてのインターフェースユニット2、管理ユニット3、電源ユニット4、冷却ユニット5および配線ユニット6より構成され、シリアルインターフェースを持っている。後で説明するように、ブレードサーバは共通の筐体内、例えば一つの筐体内あるいは一体化された複数の筐体内に収納されている。

【0038】

各CPUブレード1は、搭載するCPUによりユーザのアプリケーションに応じて様々な情報処理を行う。インターフェースユニット2は、外部のパソコン、ワークステーション、データベースなどの情報機器や、HUB、スイッチ等のネットワーク機器と接続するユーザインターフェースを持ち、それらの機器をCPUブレード1と接続しデータ信号を電氣的に通信させる機能を有する。管理ユニット3は、ブレードサーバ内の各機器の状態監視や、設定、制御を行う機能を有する。電源ユニット(PU)4は、AC電源から直流電源に変換し、ブレードサーバ内の各機器に電源を供給する。冷却ユニット5は、ブレードサーバ内の機器を冷却させるための冷却フィン、ヒートパイプ、冷却FAN、水冷システム等を有する。配線ユニット6は、ブレードサーバ内の各機器間の信号線、電源線を配線する機能を有する。

【0039】

CPUユニット1およびインターフェースユニット2は、複数搭載可能であり、ユーザのアプリケーションに応じて増設する。すなわち、各CPUユニット1およびインターフェースユニット2は、性能機能が同じ場合のみならず、異なるものであってもよい。図1では、CPUブレードはn枚まで増設可能である。また、管理ユニット3および、電源ユニット4、冷却ユニットも複数搭載可能(本実施例では2ユニット)であり、一つが故障した場合、他で補完する冗長構成を取ることができる。

【0040】

このように、インターフェースユニット2、管理ユニット3、電源ユニット4間の配線が共通バス線となっているので、インターフェースユニットの収容数の拡張はバス配線を延長してゆくだけで良い。また、性能が異なり、シリアルインターフェース数が異なるCPUブレードであっても、共通部との配線が共通なので、混載可能である。

【0041】

図2は、図1のサーバ部すなわちブレードサーバのCPUブレード1の機能構成を説明する機能ブロック図である。

【0042】

CPUブレード1は、各種アプリケーションプログラムを実行するCPU 101に、チップセット102を介して、主記憶装置(Memory) 103、ハードディスクHDD 104、AGP 105、I/O 106、拡張インターフェース PCI express 107が接続される。Bus controller (バスコントローラ) 108は、バス線(PIOM)で管理ユニット3と接続し、自CPUブレードの制御信号を抽出してManager (マネージャ) 109へ出力する。

【0043】

Manager 109は、Bus controller 108と接続して管理ユニット3の指令に従い、自CPUブレードの監視信号を各機能部より収集して、Bus controller 108を介してバス線(PIOM)から管理ユニット3へ送出する。また、Manager 109は、Bus controller 108から送られてきた制御信号を各機能部へ送り出す。

【0044】

バス線(PIOM)は、管理ユニット3が2つあるため、それぞれバス線を持ち(PIOM-1、PIOM-2)、どちらか一方が、使われ、他方は休止している。使用しているバス線の管理ユニット3が故障したときは、休止しているバス線が使用され、交代する。Voltage REG 110は、電源ユニット(PU) 4から供給された 直流電源電圧を、CPUブレード1の各機能部で必要とされる所要の電源電圧に変換する。

【0045】

PCI express 107は、汎用拡張I/O向けのインターフェースで、ポイントツーポイントのシリアル伝送により、一方向あたり、2本の信号線で、双方向4本を最小構成とする。(SIO(x) x=1、2、3、...、n) 最小構成を複数、個々に使用できるが、必要に応じて、最小構成を複数束ねることにより、帯域幅(単位時間当りの信号容量)を拡張できる。図2では、m個で構成している。(SIO(x)-1、...、m)

図3は、図1のブレードサーバのネットワークインターフェースとしてのインターフェースユニット2の機能構成を説明する機能ブロック図である。

【0046】

各PCI expressが各CPUブレードのPCI express に1対1で対応している。すなわち、PCI express 201-1は、各CPUブレード(x) 1 (x=1、2、3、...、n)の1つのPCI express 107 (SIO(x)-j j=1、2、3、...、m)と配線ユニット6を介して接続され、信号をTCP/IP処理プロセッサ 202-1 (TOE)間で入出力する。TCP/IP処理プロセッサ 202-1 (TOE)は、PCI express 201-1より入力されるデータについてTCP/IPのプロトコル処理をし、IPパケット化後、イーサパケット化して、スイッチ206-1へ送出する。また、スイッチ206-1から送られてくるイーサパケットデータを終端して、TCP/IPのプロトコル処理を行なった後、PCI express 201-1へ出力する。

【0047】

Bus controller 203-1は、バス線(PIOM)で管理ユニット3と接続し、自インターフェースユニットへの制御信号と、外部の管理サーバへ送り出す信号を抽出してManager 204-1へ出力する。Manager 204-1は、B

us controller 203-1と接続して管理ユニット3の指令に従い、自インターフェースユニットの各機能部より収集した監視信号と、外部の管理サーバから送られ、ユーザインターフェース207-1からスイッチ206-1介して入力されてきた制御信号を、Bus controller 203-1を介してバス線 (PIOM) から管理ユニット3へ送出する。

【0048】

また、Manager 204-1は、Bus controller 203-1から送られてきた制御信号を各機能部へ送り出し、Bus controller 203-1から送られてきてユーザインターフェース207-1へ送り出す信号は、TCP/IP 10
処理プロセッサ 205-1へ送り出す。CPUブレード1に入出力される、バス線と同様に、インターフェースユニット2へ接続されるバス線はPIOM-1、PIOM-2の2つあり、どちらか一方が、使われ、他方は休止している。使用しているバス線の管理ユニット3が故障したとき、休止しているバス線が使用され、交代する。

【0049】

TCP/IP処理プロセッサ 205-1 (TOE)は、Manager 204-1より入力されるデータについてTCP/IPのプロトコル処理を行い、IPパケット化後、イーサパケット化して、スイッチ206-1へ送出する。また、スイッチ206-1から送られてくるイーサパケットデータを終端して、TCP/IPのプロトコル処理後、M
anager 204-1へ出力する。

【0050】

スイッチ206-1では、外部へ接続されるユーザインターフェース207-1から入出力されるイーサパケットと、TCP/IP処理プロセッサ202-1、205-1から入出力されるイーサパケットについて、各レイヤ (レイヤ2~7) のプロトコル処理を行い、TCP/IP処理プロセッサ202-1、205-1の各ポート、ユーザインターフェ
ース207-1間をスイッチングする。Voltage REG 208-1は、電源ユニット (PU) 4から供給された直流電源電圧を、インターフェースユニット2の各機能部で必要とされる所要の電源電圧に変換する。

【0051】

図4は、図1のブレードサーバのインターフェースユニット2の機能構成を説明するもう1つ実施例である。

【0052】

図3との相違点は、PCI express 201-2が、2つの最小構成PCI express
ressを束ねて接続している点である。すなわち、CPUブレード 1から入出力されるm個のPCI expressのうち2つのPCI express SIO(x)-j、
SIO(x)-j+1 (j=1、2、3、... m-1 x=1、2、... n)を束ねて、2倍の帯域幅で接続している点である。他の機能は図3のインターフェースユニット2と変わらない。

【0053】

図5は、図1~図4で述べた本発明におけるCPUブレード1とインターフェースユニット2間の、信号の流れを説明するシーケンス図である。なお、比較のために、図16に、
従来のブレードサーバの構成の場合における信号の流れを説明するシーケンス図を示す。

【0054】

図5において、インターフェースユニット2のTOE (TCP/IP処理プロセッサ)は、スイッチから送られてくるイーサパケットデータを終端して、TCP/IPのプロトコル処理を行なった後、PCI express及び配線ユニットを経てCPUブレードへ送信する。また、CPUブレードから配線ユニット及びPCI expressを経て送信されてきたデータについてTCP/IPのプロトコル処理を行い、IPパケット化後、イーサパケット化し、スイッチを介して外部へ送出する。CPUブレードでは、サーバとしての機能を果たすために、CPUにおいて各種アプリケーションプログラムが実行され、PCI expressを経て入力されるデータに対する様々な情報処理がなされる。処理 50

されたデータは、P C I e x p r e s s を経てインターフェースユニット 2 へ送信される。

【0055】

この図から明らかなように、本発明では、T C P / I P 処理機能が、インターフェースユニット 2 にある。そのため、図 16 に示すような T C P / I P 処理を C P U ブレードの C P U で行っていた従来の構成に比べて、C P U ブレードの C P U の負荷が軽減される。

【0056】

図 6 は、図 1 のブレードサーバにおける管理ユニット 3 の機能構成を説明する機能ブロック図である。

【0057】

B u s c o n t r o l l e r 301 は、ブレードサーバ内の各部、各 C P U ブレード 1、各インターフェースユニット 2 とバス線 (P I O M - i i = 1, 2) で接続されており、C P U 302 へ各部の監視信号を送り出す。各部の監視信号としては、C P U ブレード 1、インターフェースユニット 2 の実装状態、動作状態、障害情報等がある。また、ユーザインターフェース 207 経由で外部の管理サーバから送られ、バス線 (P I O M - i i = 1, 2) を介して送られてきた制御信号を、C P U 302 へ送り出す。制御信号としては、C P U ブレード 1、インターフェースユニット 2 の各種動作設定がある。

【0058】

C P U 302 は、上記の監視信号および制御信号を処理して、ブレードサーバ内の各部、各 C P U ブレード 1、各インターフェースユニット 2 を制御する信号を、B u s c o n t r o l l e r 301 を介して、バス線 (P I O M - i i = 1, 2) へ送り出す。M e m o r y 303 は、C P U 302 で行う処理のための、ファームウェアが格納と演算用処理用メモリである。ブレードサーバと外部の管理サーバとの間で入出力される制御監視データは、C o m P o r t 304 からも、直接 C P U 302 へ接続することができる。V o l t a g e R E G 305 は、電源ユニット (P U) 4 から供給された直流電源電圧を、管理ユニット 3 の各機能部所要の電源電圧に変換する。

【0059】

図 7 は、管理ユニット 3 と、C P U ブレード 1、インターフェースユニット 2 との信号の流れを説明するシーケンス図である。管理ユニット 3 は、外部の管理サーバから送られてきた C P U ブレード 1、インターフェースユニット 2 の追加、変更を含む各種動作設定に関する制御信号を処理する。装置設定信号が、外部の管理サーバからインターフェースユニット 2 に送信されプロトコル処理される。その後、配線ユニットを経由して、または C o m P o r t 304 経由で、管理ユニット 3 に送られ、C P U 302 で D A T A 処理される。そして制御信号に応じて、各機能部を装置設定する。

【0060】

また、管理ユニット 3 は、C P U ブレード 1、インターフェースユニット 2 の実装状態、動作状態、障害の有無を監視している。C P U ブレードの各機能部に装置障害が発生した場合、「装置障害」の通知がインターフェースユニット 2 を経由して管理ユニット 3 に送られ D A T A 処理される。その後、「装置障害」の通知は、インターフェースユニット 2 に送信されてプロトコル処理され、ユーザインターフェース 207 を経由して、または C o m P o r t 304 経由で、外部の管理サーバへ送られる。

【0061】

図 8 は、図 1 のブレードサーバの電源ユニット 4 (P U) の機能構成を説明する機能ブロック図である。A C 電源より、A C 電圧が A C / D C C O N V 402 へ、過電圧、過電流に対する入力保護機能 401 を経て、入力される。A C / D C C O N V 402 は、A C 電源を D C 電源に変換し、過電流に対する出力保護機能 403 を介して、ブレードサーバ内の各部へ電源を供給する。複数の電源ユニット (P U) 4 で冗長構成をとれるよう (図 1 では 2 つ)、出力は並列運転を可能とする。

【0062】

図 9 は、図 1 のブレードサーバの構造を説明するための、ブレードサーバの概観図であり

10

20

30

40

50

、(a)は分解斜視図、(b)は正面図である。本発明によるブレードサーバは、ラックまたは机上等に設置される。CPUブレード1、インターフェースユニット2、管理ユニット3、電源ユニット4、冷却ユニット5、配線ユニット6の各部は、図9のような筐体内に収容される。配線ユニット6を除いて、各部は、故障、ユーザの必要による各部の増設、機能拡張に応じて、運用中でも、筐体内から取り出したり、組み込んだりできるよう図9のように筐体内の位置に配置される。CPUブレード1は、筐体前面側に配置され、矢印の方向に運用中でも抜去挿入でき、コネクタ1-cにより配線ユニット6と接続される。ユーザの必要に応じて複数枚収容することができ、後で増設や廃設できる。図9では8つ収容している。

【0063】

上記で説明したCPUブレード1に入出力する信号、 $SIO(x)-j$ ($x=1, 2, \dots, 8$, $j=1, 2, \dots, m$)、 $PIOM-1$ 、 $PIOM-2$ 、 $Power\ DC\ Voltage$ はこのコネクタ1-cの接点よりそれぞれ入出力される。インターフェースユニット2、管理ユニット3、電源ユニット4は、筐体背面側に配置され、矢印の方向に運用中でも抜去挿入でき、コネクタ2-c、3-c、4-cにより配線ユニット6と接続される。CPUブレード1と同様、各部に入出力する信号は、このコネクタ2-c、3-c、4-cの接点よりそれぞれ入出力される。また同様に、ユーザの必要に応じて複数枚収容することができ、後で増設や廃設できる。

【0064】

冷却ユニット5は、筐体側面側に配置され、前面または背面の矢印方向に運用中でも抜去挿入できる。また、電源が必要な場合は、他の部と同様に配線ユニット6に接続するコネクタから供給される。

【0065】

図10は、CPUブレード1、インターフェースユニット2、管理ユニット3、電源ユニット4と、配線ユニット6との実装位置関係を説明するための図9の筐体内部の概観図である。CPUブレード1は縦方向に実装され、インターフェースユニット2、管理ユニット3、電源ユニット4は横方向に実装される。すなわち、配線ユニット6を挟んで前面に実装されるCPUブレード1と、背面に実装されるインターフェースユニット2、管理ユニット3、電源ユニット4は直交して実装されることになる。

【0066】

図11は、図1における配線ユニット6内の信号線と各部との接続点位置を説明するための図である。すなわち、図11は、図10における配線ユニット6の信号線の配線と、CPUブレード1、インターフェースユニット2、管理ユニット3、電源ユニット4の各部の接続コネクタの位置関係を、2次元上に図示したものである。

【0067】

図11の901-1~8は、CPUブレード1のコネクタ1-cの配線ユニット6上の接続位置、902-1、902-2、902-mは、m個のインターフェースユニット2のコネクタ2-cの配線ユニット6上の接続位置(901-2と902-mの間は902-3、902-4、902-5、...、902-m-1のインターフェースユニット2のコネクタ2-cの配線ユニット6上の接続位置が等間隔に配置される。)、903-1、903-2は、2つの管理ユニット3のコネクタ3-cの配線ユニット6上の接続位置、904-1、904-2は、2つの電源ユニット4のコネクタ4-cの配線ユニット6上の接続位置である。

【0068】

CPUブレード1のコネクタ1-cの配線ユニット6上の接続位置と、インターフェースユニット2のコネクタ2-cの配線ユニット6上の接続位置の交差点上に、CPUブレード1とインターフェースユニット2間の信号線 $SIO(x)-j$ ($x=1, 2, 3, \dots, 8$, $j=1, 2, 3, \dots, m$)の配線を行う。管理ユニット3とCPUユニット1間のバス配線 $PIOM-1, 2$ は、CPUブレード1のコネクタ1-cの配線ユニット6上の接続位置と、管理ユニット3のコネクタ3-cの配線ユニット6上の接続位置の交差点上に

10

20

30

40

50

配線する。

【0069】

管理ユニット3とインターフェースユニット2間のバス配線P I O M-1、2は、管理ユニット3のコネクタ3-cから配線パターンをプリント基板上に図11のように引き、そのインターフェースユニット2のコネクタ2-cの配線ユニット6上の接続位置との交差点上で、インターフェースユニット2へ接続される。

【0070】

また、電源ユニット4からCPUブレード1に供給する電源配線は、CPUブレード1のコネクタ1-cの配線ユニット6上の接続位置と、電源ユニット4のコネクタ4-cの配線ユニット6上の接続位置の交差点上に配線する。電源ユニット4からインターフェースユニット2に供給する電源配線(Power DC Voltage、Ground)は、電源ユニット4のコネクタ4-cから配線パターンをプリント基板上に図11のように引き、そのインターフェースユニット2のコネクタ2-cの配線ユニット6上の接続位置との交差点上で、インターフェースユニット2へ接続される。

【0071】

このように、共通部の電源、ブレードサーバ内の各部の動作の監視、制御、あるいは設定を行う機能部、ネットワークと接続インターフェースを持つ機能部間の配線は、共通バス配線として、プリント基板で行なわれる。

【0072】

また、共通部とCPUを搭載するブレード間の配線をする接続コネクタを格子状として、筐体の前面背面間を透過する空間を設けることができる。

【0073】

図12は、図11で説明した信号配線に基づいた配線ユニット6の構造を説明するための概観図である。配線ユニット6は、CPUブレード1のコネクタ1-cと接続する前面側ユニット1001と、インターフェースユニット2、管理ユニット3、電源ユニット4のコネクタ2-c、3-c、4-cと接続する背面側ユニット1002からなり、両ユニットは、背面側に接続されるインターフェースユニット2、管理ユニット3、電源ユニット4と、前面側に接続されるCPUブレード1間で、図11で説明した交差点で背中合わせで配線接続される。前面側ユニット1001はCPUブレード1のコネクタ1-cを接続するコネクタ+ハウジング901-1-c~901-8-cを図のように配置しブレードサーバ筐体内に固定される。コネクタ+ハウジング901-1-c~901-8-cの背面側には、図11で説明した交差点の位置に背面側ユニット1002と接続し、CPUブレード1のコネクタ1-cとへ配線する接点を持つコネクタがある。

【0074】

背面側ユニット1002は、インターフェースユニット2のコネクタ2-cを接続するコネクタ+ハウジング902-1-c、902-2-c~902-m-c、管理ユニット3のコネクタ3-cを接続するコネクタ+ハウジング903-1-c、903-2-c、電源ユニット4のコネクタ4-cを接続するコネクタ+ハウジング904-1-c、904-2-cを、図のように配置し、プリント基板1002-1に背面側に固定される。プリント基板1002-1は、ブレードサーバ筐体内に固定される。

【0075】

プリント基板1002-1の前面側には、図11で説明した交差点の位置に前面側ユニット1001と接続し、インターフェースユニット2、管理ユニット3、電源ユニット4のコネクタ2-c、3-c、4-cへ配線する接点を持つコネクタがある。プリント基板1002-1には、図11で説明したバス配線P I O M-1、2と電源配線がプリント配線され、コネクタ+ハウジング902-1-c、902-2-c~902-m-c、903-1-c、903-2-c、904-1-c、904-2-cに接続される。

【0076】

図13は、図12で説明した配線ユニット6の前面側ユニット1001と背面側ユニット1002を接続したときの側面側から見たときの断面構造を説明するための図である。

a) はインターフェースユニットとして図3の例を用いた場合、(b) はインターフェースユニットとして図3及び図4の例を用いた場合を示している。図のように、前面側に接続されるCPUブレード1と、背面側に配置される、インターフェースユニット2、管理ユニット3、電源ユニット4間の配線は、コネクタ間の接続線のみ行われる構造となっている。

【0077】

図14は、図12に示した配線ユニット6の変形例を示す図である。図14では、背面側ユニット1002のプリント基板を配線領域の下側と両側のみとして、中央部をくり抜いたコの字型にして背面側と前面側の空気が吹き抜ける構造としている。これにより、冷却効果を上げることができる。

10

【0078】

図15、図16、図17は、CPUブレード1の機能拡張による、本発明のブレードサーバの拡張方法について説明した図である。

【0079】

CPUの高速化等により拡張インターフェース PCI express 2.0 の数を増えた場合、図15、図16のようにインターフェースユニット2を増設または、帯域拡張したインターフェースユニット2に交換することにより、ブレードサーバの機能を拡張することが可能である。

【0080】

CPUブレード1の縦方向のサイズを大きくすることにより、収容可能な拡張インターフェース PCI express 2.0 の数が増える。このようなシリアルインターフェースの数が多くサイズの大きいブレードを収容する筐体には、シリアルインターフェースの数が少なくサイズの小さい、CPUを搭載するブレードを実装する場合には、サイズの調整するためにマウントキットを用いる。

20

【0081】

図17は、より多くの拡張インターフェース PCI express 2.0 を持つCPUブレード1501を搭載するブレードサーバに、少ない数の拡張インターフェース PCI express 2.0 を持つCPUブレード1502を搭載する方法を示した図である。(a) は正面図、(b) は斜視図である。CPUブレード1502にマウントキット1503を取り付けてCPUブレード1502の高さをCPUブレード1501と同じになるようにすることにより、搭載レール1504に挿入できるため、CPUブレード1502の搭載が可能となる。このように、各部の配線が共通であるので、同時拡張した筐体にも、サイズを調整するマウントキットを使用するだけで、実装が可能である。

30

【0082】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、サーバ部すなわちCPUブレードの機能性能に応じてシリアルインターフェースの数を増減可能な構成となっており、インターフェースユニットもCPUブレードのシリアルインターフェースの数に応じて増設、あるいは収容するシリアルインターフェース数を増やし帯域を拡張する構成がとれる。そのため、様々なブレードサーバのアプリケーションへの対応性が良い。

40

【0083】

また、インターフェースユニット、管理ユニット、電源ユニット間の配線が共通バス線となっているので、インターフェースユニットの収容数の拡張はバス配線を延長してゆくだけで良い。同時拡張した筐体にも、各部の配線が共通であるので、サイズを調整するマウントキットを使用するだけで、実装が可能である。

【0084】

また、性能が異なり、シリアルインターフェース数が異なるCPUブレードであっても、共通部との配線が共通なので、混載可能である。

【0085】

また、インターフェースユニットにネットワークのプロトコル処理部があるので、CPU

50

ブレードの処理能力を圧迫しない。

【0086】

さらに、配線ユニットの前面部、背面部で透過な空間を持つことができるので、冷却方法として、空冷を用いた場合、有効となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態によるブレードサーバの機能構成を説明する機能ブロック図である。

【図2】図1のブレードサーバにおける、CPUブレード1の機能構成を説明する機能ブロック図である。

【図3】図1のブレードサーバにおける、インターフェースユニット2の機能構成を説明する機能ブロック図である。 10

【図4】図1のブレードサーバにおける、インターフェースユニット2の機能構成に関する本発明の他の実施例を示す図である。

【図5】図1のブレードサーバにおける、CPUブレード1とインターフェースユニット2の、信号の流れを説明するシーケンス図である。

【図6】図1のブレードサーバにおける、管理ユニット3の機能構成を説明する機能ブロック図である。

【図7】図1のブレードサーバにおける、管理ユニット3と、CPUブレード1、インターフェースユニット2との信号の流れを説明するシーケンス図である。

【図8】図1のブレードサーバにおける、電源ユニット4(PU)の機能構成を説明する機能ブロック図である。 20

【図9】図1のブレードサーバにおける、構造を説明するための、ブレードサーバの外観を示す概観図である。

【図10】図1のブレードサーバCPUブレード1、インターフェースユニット2、管理ユニット3、電源ユニット4と、配線ユニット6との実装位置関係を説明するための、図9の筐体内部の概観図である。

【図11】図1における配線ユニット6内の信号線と各部との接続点位置を説明するための図である。

【図12】図11で説明した信号配線に基づいた配線ユニット6の構造を説明するための概観図である。 30

【図13】図12で説明した配線ユニット6の前面側ユニット1001と背面側ユニット1002を接続したときの側面側から見たときの断面構造を説明するための図である。

【図14】図12の変形例を示す図である。

【図15】CPUブレード1の機能拡張による、本発明のブレードサーバの拡張方法について説明した図である。

【図16】CPUブレード1の機能拡張による、本発明のブレードサーバの拡張方法について説明した図である。

【図17】CPUブレード1の機能拡張による、本発明のブレードサーバの拡張方法について説明した図である。

【図18】従来のブレードサーバにおける、管理ユニット3と、CPUブレード1、インターフェースユニット2との信号の流れを説明するシーケンス図である。 40

【符号の説明】

- 1 CPUブレード
- 2 インタフェースユニット
- 3 管理ユニット
- 4 電源ユニット
- 5 冷却ユニット
- 6 配線ユニット
- 101 CPU
- 102 チップセット

103	メモリ	
104	ハードディスク	
105	Accelerated Graphics Port	
106	I/O Port	
107	PCI express	
108	Bus controller	
109	Manager device	
110	Voltage Regulator	
201	PCI express	
202	TCP/IP Off road Engine	10
203	Bus controller	
204	Manager device	
205	TCP/IP Off road Engine	
206	スイッチ	
207	ユーザインターフェース	
208	Voltage Regulator	
301	Bus controller	
302	CPU	
303	メモリ	
304	Communication Port	20
305	Voltage Regulator	
401	入力保護	
402	AC/DC converter	
403	出力保護	
901	CPUブレード1のコネクタの配線ユニット6上の接続位置	
902	インターフェースユニット2のコネクタの配線ユニット6上の接続位置	
903	管理ユニット3のコネクタの配線ユニット6上の接続位置	
904	電源ユニット4のコネクタの配線ユニット6上の接続位置	
1001	配線ユニットの前面側ユニット	
1002	配線ユニットの背面側ユニット	30
1501	より多くの拡張インターフェースPCI express 201を持つCPU ブレード	
1502	少ない数の拡張インターフェースPCI express 201を持つCPU ブレード	
1503	マウントキット	
1504	搭載レール。	

【図 1】

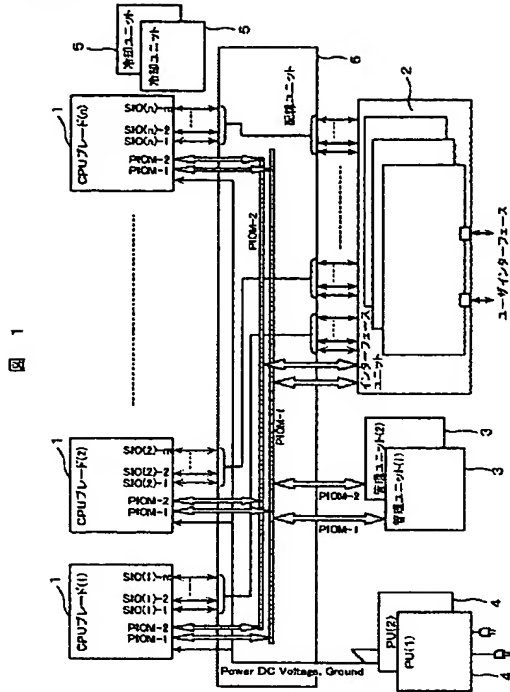
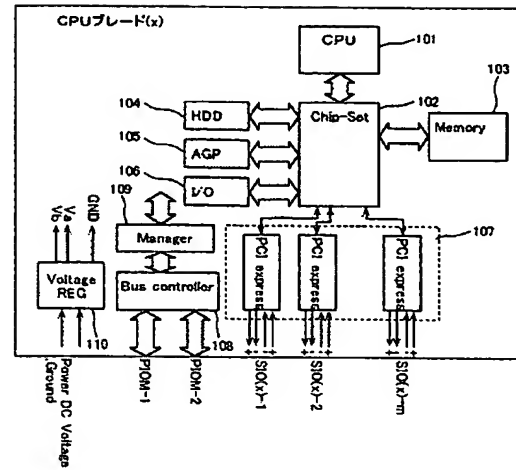


図 1

【図 2】

図 2



【図 3】

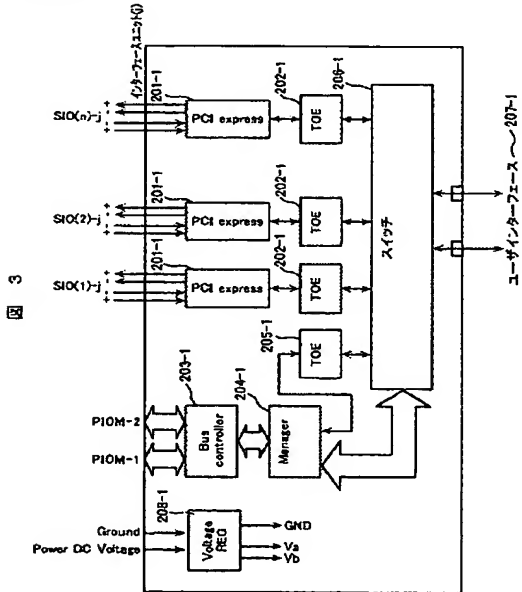


図 3

【図 4】

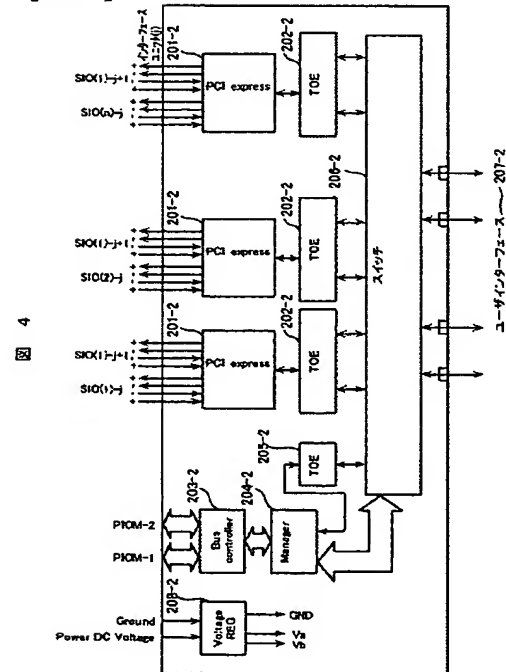
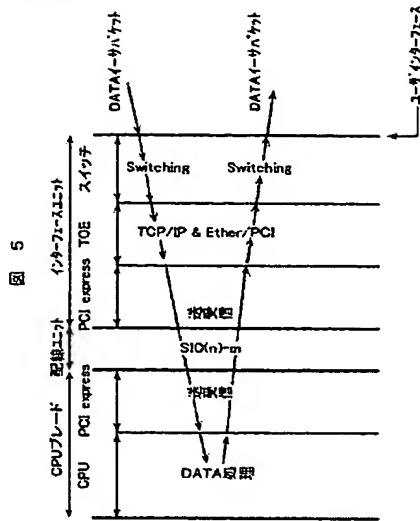
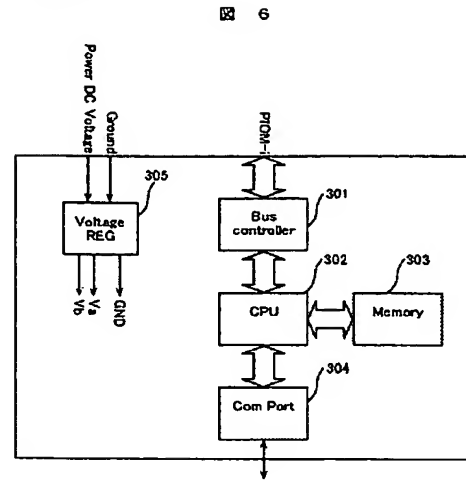


図 4

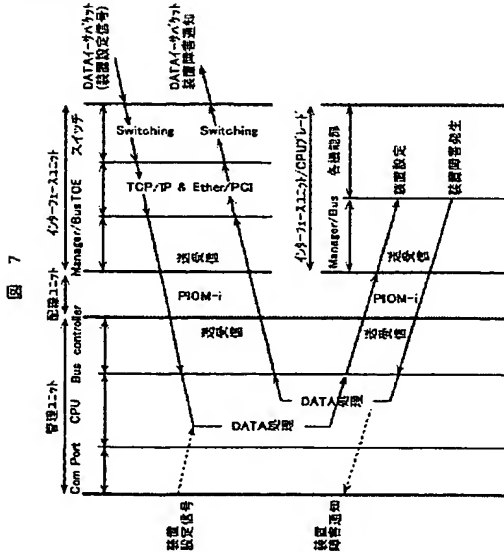
【図 5】



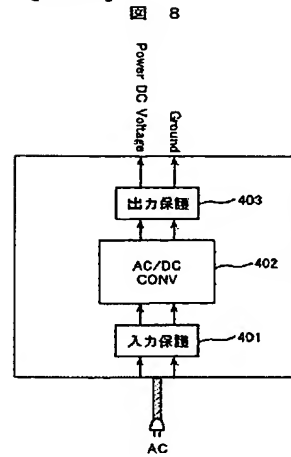
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

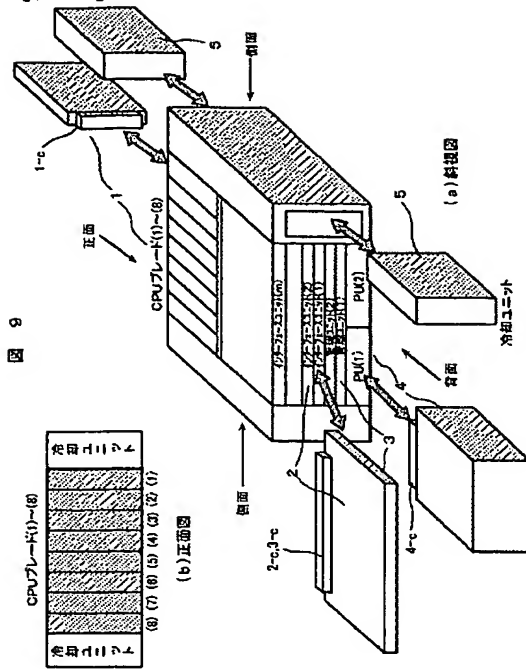


図 9

【図 10】

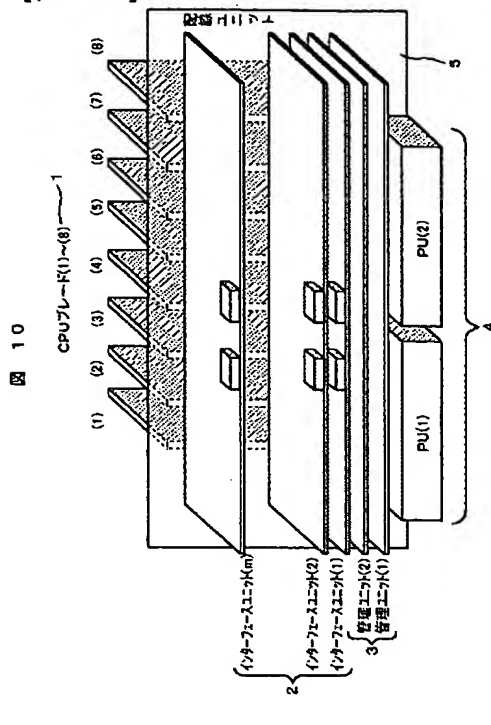


図 10

【図 11】

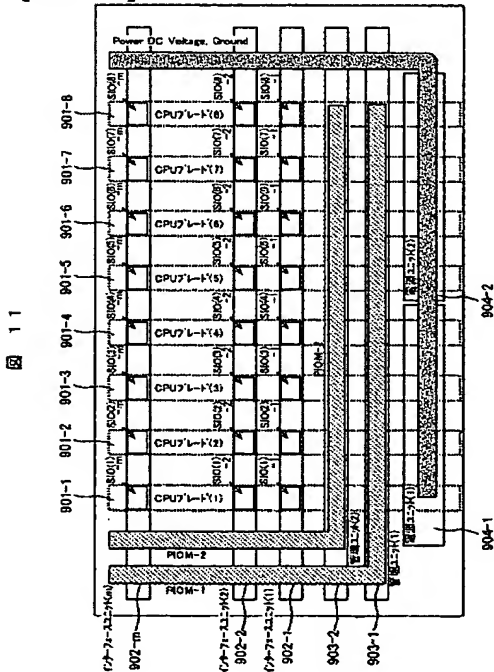


図 11

【図 12】

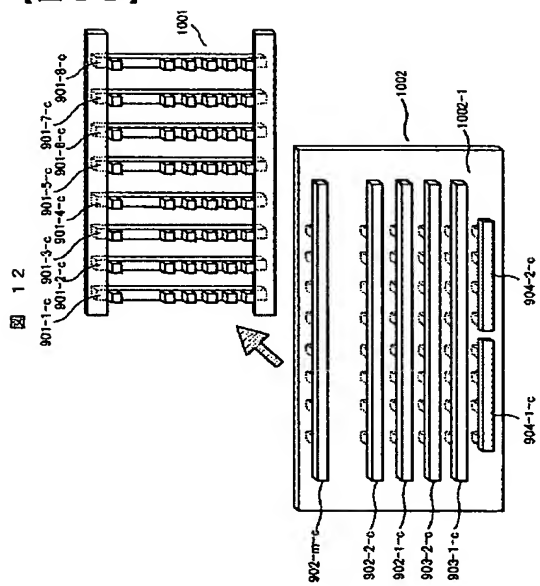
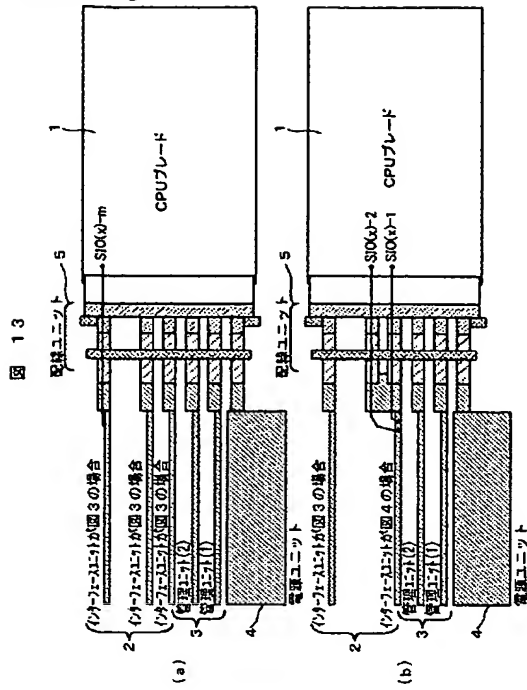
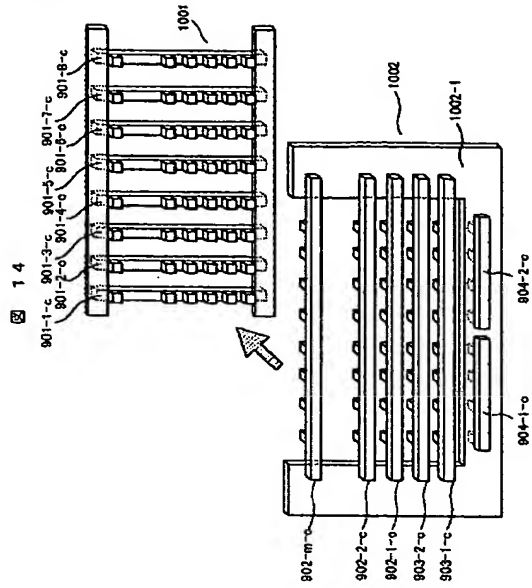


図 12

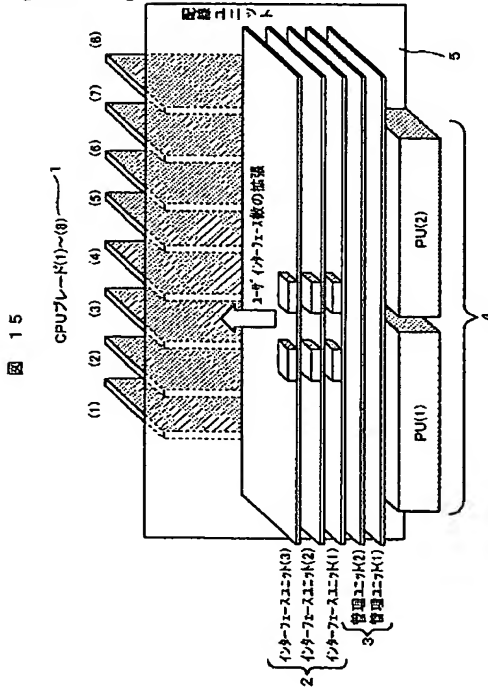
【図 13】



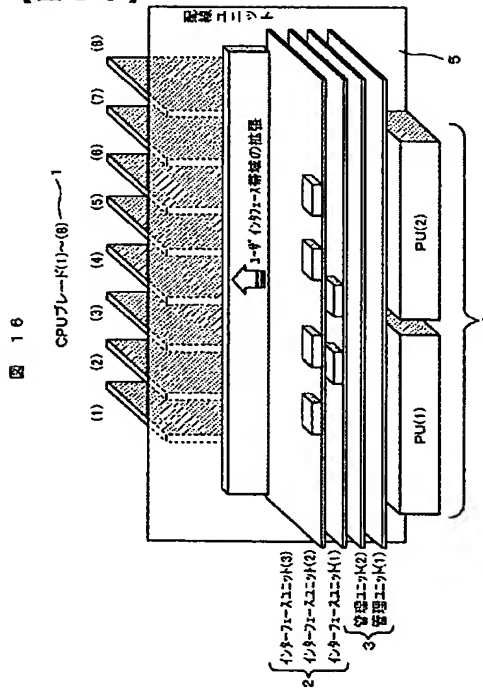
【圖 14】



【図 15】



【図 16】



フロントページの続き

(72)発明者 伊月 秀一

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町2 1 6 番地 株式会社日立コミュニケーションテクノロジーキャリア
ネットワーク事業部内

(72)発明者 安部 和寿

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町2 1 6 番地 株式会社日立コミュニケーションテクノロジーキャリア
ネットワーク事業部内

(72)発明者 樋口 正明

神奈川県海老名市下今泉8 1 0 番地 株式会社日立製作所インターネットプラットフォーム事業部
内

Fターム(参考) 5B045 KK07

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.